关于科研工作坚持问题导向的思考

陈云霁* 李 威
中国科学院计算技术研究所 北京 100190

摘要 过去几十年，中国科学院先后经历了任务导向和学科导向的科研体制，在多个领域为我国的科技发展作出了巨大贡献。面向新一轮科技革命和产业变革，党和国家对科研工作提出了新的发展思路，即科研工作中要坚持问题导向。文章针对“问题导向的科研”的具体内涵、管理方法等内容给出了自己的思考。

关键词 科研体制，任务导向，学科导向，问题导向

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20210601001

新中国成立以来，我国科研主要存在两种体制：任务导向和学科导向。这两种体制在不同的历史阶段都发挥了重要的作用。任务导向的科研使得我国在科研基础比较薄弱的情况下，快速完成了“两弹一星”等重大任务，显著提升了我国的国际地位。学科导向的科研使得我国在主要科学领域都逼近了国际前沿，培养了一大批高水平的研究生，为我国高技术产业的发展奠定了人才基础。

2021 年是中国共产党成立 100 周年，也是“十四五”规划开局之年，站在“两个一百年”奋斗目标历史交汇点上，面对新一轮科技革命和产业变革，国家对于科研的需求也发生了变化。面对新需求，传统的任务导向和学科导向的科研逐渐暴露出了一些问题。任务导向在一定程度上会限制新思想、新方法的出现，而学科导向在实际操作过程中往往滑落为论文导向。因此，国家的发展迫切需要新的科研体制。

对于科研体制转换的重要性，党和国家都有明确的意见。2020 年 9 月11日，习近平总书记在科学家座谈会上提出，要坚持需求导向和问题导向，对能够快速突破、及时解决问题的技术，要抓紧推进；对属于战略性、需要久久为功的技术，要提前部署。2021 年 5 月 28 日，习近平总书记在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会和中国科协第十次全国代表大会上的讲话中也明确指出，科技攻关要坚持问题导向，奔着最紧急、最紧迫的问题去，从国家急迫需要和长远需求出发。因此，问题导向是新时代党和国家对科研工作提出的迫切要求。

问题导向并不完全是过去的任务导向，因为新时代的“问题”很可能处于“无人区”，其解决路径需要探索。问题导向更不是学科导向，绝不是发一些论

*通信作者
修改稿收到日期：2021年6月5日

文、培养一批研究生就完成了目的，而是要实实在在解决明确的问题。

在中国科学院（简称“中科院”）2021年度工作会议上，中科院院长、党组书记侯建国指出，中科院要肩负起国家战略科技力量的历史担当和时代担当，努力在科技自立自强中发挥骨干引领作用。这为中科院未来的科研体制发展指明了方向。而问题导向的科研体制，就是一条能够强化中科院作为国家战略科技力量使命担当的可能路径。

本文将首先回顾中科院的传统科研体制，然后阐述问题导向的科研体制的具体内涵，最后简要讨论问题导向的科研体制的管理方法。

1 中科院的传统科研体制

1.1 任务导向

1956年，国家制定《1956—1967年科学技术发展远景规划》，提出了57项重要科学技术任务，并从中进一步综合提出12个科学研究重点。随着这一规划的提出，我国开始了任务导向大踏步追赶世界先进科技的征程。1958年，国家启动“两弹一星”工程。在这一重要任务的牵引下，中科院组织了大量的科研人员承担研发任务。据统计，当时参加“两弹一星”研制任务的科研人员占全院科研人员的2/3[1]。1958—1967年，几乎每年都有超过一半的中科院年度大事项与“两弹一星”相关[2]。

以中科院计算技术研究所（以下简称“计算所”）为例，计算所的诞生就是为了服务“两弹一星”的计算任务，就是任务导向的结果。在这个阶段，计算所研制了几十台计算机，包括我国第一台通用电子数字计算机103机，以及“两弹一星”功勋计算机109丙机等。

*任务导向的科研体制在建国初期发挥了重大作用。*以国家重大需求为牵引，通过自上而下的规划布局好重要科学技术任务，并明确规划好这些任务研发的技术路径、牵头单位、参与单位、团队人员、经费分配、仪器设备、学科协作等问题。通过这种方式，既完成了国家的重大科技任务部署，也在这个过程中带动了当时还很薄弱的学科发展[3]。

*但是，任务导向的科研体制也导致了学科发展不均衡的现象。*有限的资源被集中投入到某些能快速出成果的方向上，导致原始性、基础性、前瞻性的科研受到影响，甚至发展缓慢。值得指出的是，任务导向是一种完全自上而下的体制；但是，在一些发展迅速的领域（如信息领域），原始性创新很可能是自下而上涌现的，而不是事先能规划的。因此，要在科研上真正走到国际前列，完全靠任务导向是不现实的。

1.2 学科导向

改革开放以后，国民经济呈现出勃勃生机。1985年，国家发布《中共中央关于科学技术体制改革的决定》，提出了“经济建设必须依靠科学技术、科学技术工作必须面向经济建设”的战略方针。在这一方针指导下，科学技术出现了高度分化又高度综合的趋势。与此同时，国家的几大军工机构、命脉行业的领军企业等发展迅速，占据了国家重大科技任务的关键“科研生态位”。中科院开始进入学科导向的研究阶段。中科院各个研究所根据自身的学科基础、优势、潜能，逐步增设新的研究方向，并不断调整学科的研究方向设置。

学科导向的科研体制在一段时间内促进了中科院各学科方向的全面、均衡发展，涌现了一批新技术、新成果，也成功建设了多个大科学装置，逐渐发展成为相应学科的重要研究基地。但由于缺乏国家重大任务的牵引，对大多数研究成果的水平和价值没有统一的评估方法，学科导向的科学研究逐渐演变成了论文导向的科学研究，偏离了学科导向的科研的初衷。

2 问题导向的科研体制

任务导向的科研体制和学科导向的科研体制在各自特定的历史时期有其存在的合理性及必然性。当前，国际形势正发生前所未有之大变局，现阶段的科学研究应该充分结合“任务带学科”和“学科带任

务”的优势，向问题导向的科研体制转变。

问题导向的科研是指瞄准一个明确的科技问题开展研究。问题可以来自自上而下的任务，也可以自下而上的来自学科前沿。只要问题本身符合习近平总书记提出的“面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康”的具体要求，问题导向的科研就有价值。比如，宇宙的起源、能源结构的优化、关键材料的制备、重大疾病的防控等，这些就都是非常有价值的科学问题。

袁隆平关于杂交水稻的研究就是问题导向的成功案例。20 世纪 50—60 年代，面对粮食短缺，6 亿人民的吃饭问题是关系国计民生的头等大事。于是，当时的袁隆平选择了“粮食增产”问题作为自己为之奋斗一生的事业。他于 1966 年发表了第一篇关于杂交水稻的论文——《水稻的雄性不孕性》[4]，奠定了“三系”法途径来培育杂交水稻的基础。应该说，这篇论文更多是袁隆平自下而上的独立思考。幸运的是，这项基础研究工作得到了当时国家科委和湖南省委主要领导的关注，很快孕育出杂交水稻科研全国范围的大工程、大协作、大任务。最终，杂交水稻形成了规模化、产业化，有效地解决了“粮食增产”的国家重大需求。

计算所的深度学习处理器研究历程也是一个问题导向的例子。计算所从 2008 年起长期从事人工智能和芯片设计的交叉研究，希望面向人工智能领域构建新的处理器体系结构范式。但当时，这一工作并没有被列入国家重大任务中，主要依靠中科院战略性先导科技专项支持以开展相关的基础研究。到 2014 年，计算所和法国国家信息与自动化研究所（Inria）联合发表的论文提出了国际上首个深度学习处理器架构[5]，由此推动深度学习处理器方向从无到有，并成为国际计算机体系结构界的热点。计算所相关研究成果被全球五大洲、30 个国家、200 个机构广泛跟踪引用，相关科研人员被 *Science* 刊文评价为深度学习处理器的“先驱”和“引领者”[6]。在此基础上，计算所组建了建制化的深度学习处理器团队，之后又孵化了科创板上市企业——中科寒武纪科技股份有限公司。今天，寒武纪深度学习处理器已经应用在上亿台智能设备中。

从上述 2 个例子可以看出，问题导向的科研的成功实施，除了科学研究本身，还对科研管理的体制创新提出了更高的要求。问题导向的科研在有的阶段可能是小课题组、类似学科导向的科研，在有的阶段则可能是大工程团队、类似任务导向的科研。因此，问题导向的科研的人、财、物需求都是在不断变动的，需要灵活的管理。

3 问题导向的科研的管理思考

问题导向的科研通常会经历“基础研究—工程攻关—技术辐射”3 个阶段。在不同阶段，研究团队的人员配置、对团队负责人的能力要求、团队的管理重点均是不同的。在这一过程中，管理部门要进一步强化统筹协调，在健全机制体制，管理人、财、物等方面发挥顶层指导作用。

表 1　3 种科研体制的区别

Table 1　Difference of three kinds of scientific research system

科研体制	内涵	优势	挑战
任务导向的科研	在国家重大任务牵引下集智攻关	聚焦国家战略重点，集中有限资源产生最大收益	限制了基础前沿学科的均衡发展
学科导向的科研	以提升学科水平为目标开展研究	有利于学科内各方向的全面均衡发展	没有形成统一评估方法，逐渐演变为论文导向
问题导向的科研	围绕“四个面向”提出问题并解决问题	在“任务”和“学科”之间形成合力	对科研管理的体制创新提出了更高要求

3.1 对科研体制的顶层设计

在基础研究阶段，要建立适用于问题导向的科研的成果评价机制，以解决实际问题为导向，而不是以发表论文作为创新的方向。科研管理部门应基于这种成果评价机制，甄别筛选出优秀的、具有解决实际问题潜力的基础研究成果，推动其成为中科院乃至国家层面上的重大工程任务。

在问题导向的科研的重大任务攻关阶段，需要探索弹性的大工程组织形式，根据实际需求进行人员、团队和资源的动态调动，敢于集中力量打“歼灭战”，抢占世界第一、世界唯一的制高点。

值得指出的是，不能满足于承担国家重大工程任务，而是要适时引导科研团队将科研成果转化为实实在在的生产力，进行技术辐射，孵化企业，以逐步摆脱对科研项目资助的路径依赖，在市场竞争中检验科研成果的创新活力。

在技术辐射阶段后期，当孵化的企业成熟了，问题导向的科研的主体有可能逐渐由研究所过渡到孵化企业，最终由企业完成科研成果在全社会的应用。在这种情况下，应当为团队中有志继续从事基础研究的人员提供合理的分流机制，保障其能返回研究所，开始新一轮的问题导向的基础研究。

3.2 对科研人员的管理

从基础研究到工程攻关再到技术辐射，科研团队通常会经历“单一方向小团队—多方向协同的大团队—技术转移人员和基础研究人员分流”的变化。在这一过程中，管理部门要负责为团队配备、培养具有不同技能专长的人员，尤其要有意识地培养能打通问题导向的科研不同阶段的领军型人才。例如，好的基础研究人员，如果有管理潜力，应适当地给予其带团队从事大工程实施的机会。好的工程人员，也可以给予其从事基础研究沉淀的机会。

3.3 对经费的管理

问题导向的科研在 3 个阶段有不同的科学规律和规则，所需的经费体量、经费支出的科目及比例也在不同阶段呈现不同的特点，因此很难依照我国的五年计划节奏提前规划。为此，管理部门要在科研经费的管理制度上大胆改革，让科研人员有经费使用的自主权。

当前，中科院已经在基础前沿科学研究计划、战略性先导科技专项等多个院级项目中试点实行“包干制”，这是一个有益的尝试。下一步，可以在院级范围内进一步扩大“包干制”的试点工作，并推动更多国家级重大科研项目实施“包干制”。由此，给予科研团队更多的经费自主权，方便其在研究过程中动态调整经费支出范围，以遵循问题导向的科研规律，使得科研经费在科研活动中发挥更大的作用，更大激发科研人员的创新创造活力。

4 总结

问题导向的科研体制，关键是“提出问题”：问题从哪里来？问题是什么？针对科技创新，习近平总书记提出要“面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康”，这“四个面向”为问题导向的科学研究指明了方向。在“四个面向”的指引下，围绕创新问题，研究所应充分利用中科院在基础研究、工程攻关和技术辐射等多方面的综合性优势，整合资源攻关。在问题的解决过程中，应根据不同阶段的科研需求，采取灵活弹性的管理模式，动态调整科研团队的人、财、事规模。通过问题导向的科研，完全可能走出一条从无到有之路，成为新兴方向的开创者和引领者，实实在在担负起对国家应尽的责任。

致谢　本文部分内容受到中国科学院计算技术研究所青年理论学习小组讨论的启发。

参考文献

1 张劲夫. 请历史记住他们——关于中国科学院与“两弹一星”的回忆. (2015-08-02) [2021-06-05]. https://www.cas.cn/

cm/201508/t20150802_4407098.shtml.
2 刘艳琼. 中国科学院与“两弹一星”工程. 中国科学院院刊, 2019, 34(9): 1003-1013.
3 孟凡刚. “以任务带学科”与中科院计算技术研究所的建立和早期发展研究. 北京: 中国科学院自然科学史研究所, 2009.
4 袁隆平. 水稻的雄性不孕性. 科学通报, 1966, 17(4): 185-188.
5 Chen T, Du Z , Sun N , et al. DianNao: A small-footprint high-throughput accelerator for ubiquitous machine-learning// ASPLOS'14: Proceedings of the 19th international conference on Architectural support for programming languages and operating systems. Salt Lake City,: ACM, 2014: 269-284.
6 Larson C. China's AI imperative. Science, 2018, 359: 628-630.

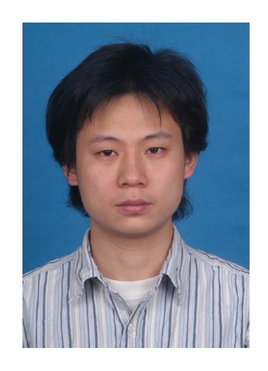
Thoughts on Problem Oriented Scientific Research

CHEN Yunji* LI Wei

(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract In the past few decades, Chinese Academy of Sciences (CAS) has experienced project oriented scientific research and subject oriented scientific research, and has made great contributions to China's scientific and technological development in many fields. Facing a new round of scientific and technological revolution and industrial transformation, a new development idea for scientific research, that is, problem oriented scientific research, is put forward. This paper presents some thoughts on the connotation and management methods of problem oriented scientific research.

Keywords scientific research system, project oriented scientific research, subject oriented scientific research, problem oriented scientific research



陈云霁 中国科学院计算所副所长、研究员。中华全国青年联合会常委，中国青年科技工作者协会副会长。从事处理器相关工作近20年。中国首款多核高性能通用处理器“龙芯3号”的主架构师之一。曾带领团队研制成功国际首个深度学习处理器芯片“寒武纪1号”。被*Science*刊文评价为深度学习处理器的“先驱”和“引领者”。曾获国家杰出青年科学基金、中国青年五四奖章和中国青年科技奖。E-mail: cyj@ict.ac.cn

CHEN Yunji Professor and Deputy Director at Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences (CAS), Standing Committee Member of the All-China Youth Federation, and Vice President of the Chinese Association of Young Scientists and Technologists. He has been engaged in processor related work for nearly 20 years. He was one of Chief Architects of China's first multi-core high-performance general-purpose processor "Godson-3". He led the team to successfully develop the world's first deep learning processor "Cambricon-1". He was recognized as the "pioneering" and "leaders" in the field of deep learning processor by *Science*. He won the National Science Fund for Distinguished Young Scholars, China Youth May Fourth Medal, and China Youth Science and Technology Award. E-mail: cyj@ict.ac.cn

■责任编辑：岳凌生

*Corresponding author